REMOTE STORAGE

THÉORIE MOLÉCULAIRE

du Récepteur BELL

PAR

Mr BECH

(L'Auteur se réserve le droit de traduction dans toutes les langues

PUBLICITÉ

PRIX : 2 Fr.

VIGOT FRÈRES ÉDITEURS
10, RUE MONSIEUR-LE-PRINCE
PARIS

SOMMAIRE

	Pages
Nature du mouvement du diaphragme	7
Le Phonographe	10
Propriétés de l'aimant	12
Rôle des courants magnétiques	13
Etude sur la lame	15
A l'Académie des sciences de Belgique	18
Nécessité d'une nouvelle propriété	22
Galvanomètre	24
Actions principales du récepteur	27
Expériences	30
Actions secondaires	37
Transmetteur Bell	39

537.82
B38t
REMOTE STORAGE

AU LECTEUR

L'étude sur la théorie moléculaire du récepteur électro-magnétique que je présente au public a été, d'abord, soumise à l'examen d'un membre de l'Académie des sciences de Paris pour en faire donner lecture. Croyant que les membres de cette académie partageaient les idées des physiciens qui ont démontré le mouvement moléculaire du récepteur Bell, j'avais, dans mon mémoire, évité de m'occuper de l'impossibillité des mouvements élastiques. Il m'a été retourné avec des annotations et une lettre m'apprenant que seules les flexions du diaphragme expliquaient le fonctionnement de l'appareil ; ce qui m'a décidé à joindre à ce travail un article mettant en évidence l'impossibilité des mouvements élastiques. Le lecteur trouvera les annotations copiées textuellement à la même place qu'elles occupent dans l'original, en regard des sujets auxquels elles s'appliquent.

Avec l'addition du nouvel article j'ai adressé mon mémoire à la Société française de physique, laquelle me l'a renvoyé m'informant que mon travail n'était pas de nature à intéresser cette société, attendu que le mécanisme acoustique du récepteur téléphonique ne pouvait pas être différent de celui du phonographe, lequel donne la parole par des mouvements de la plaque ; ce qui m'a encore déterminé à ajouter à mon travail un article,

p.41828

étranger à mon sujet, démontrant le mouvement moléculaire du phonographe

Dans cet état je l'ai envoyé à l'Académie royale des sciences de Belgique, et voici le rapport qui en a été fait par les trois commissaires chargés de l'examiner :

Rapport de M. de Heen

« L'une des idées qui dirige l'auteur dans son travail, » consiste à dire que les vibrations sonores déterminées » dans le phonographe et dans le téléphone sont le résultat, » non pas de vibrations élastiques, telles que celles que l'on » observe par exemple dans une barre vibrant transversale- » ment, mais sont, au contraire, exclusivement dues aux » vibrations moléculaires telles que celles que l'on observe » dans un barreau vibrant longitudinalement.

» Mais en réalité, ce travail renferme des considérations » dont l'importance est bien autrement grande que celle de » la théorie d'un appareil. L'auteur ne paraît pas se douter » que la conclusion de ses recherches constitue le renver- » sement d'une des plus belles conceptions de la physique » moderne : l'identité de l'électricité et du magnétisme. Voici » un de ses résultats d'expérience : Si on approche du pôle » d'un aimant une lame d'acier très mince, elle s'aimante, » *mais les deux faces de celle-ci ont une polarité de* » *même nom.* Ce qui revient à dire qu'une lame très mince » serait parcourue par deux systèmes de courants molécu- » laires de sens contraire.

» M. Bech nous parle de *courants magnétiques ? de* » *signes contraires qui se repoussent dans un aimant,* » alors qu'il n'y a en réalité que des courants de même sens » qui s'attirent, ainsi que cela se passe dans un solénoïde.

» Je suis d'avis que si des faits paraissent en contradic- » tion avec une doctrine aussi importante que la théorie » d'Ampère, ils doivent être examinés, mais non pas d'une » manière que je pourrais désigner par le qualificatif d'*occa-* » *sionnelle.* Il faut que toutes les facultés de l'auteur soient » concentrées sur ce point de premier ordre. Ce n'est que » plus tard, lorsque la nouvelle doctrine est établie ou bien » lorsque l'ancienne est convenablement adaptée aux faits

» nouveaux que l'on peut songer à l'appliquer afin de donner » l'explication d'un appareil quelconque. En conséquence, je » demande à la Classe de déposer ce travail aux archives. »

Les deux autres commissaires, MM. Van der Mensbrugghe et Spring, se rallient aux conclusions du rapport de leur savant confrère.

De ce rapport il résulte que les deux articles relatifs au mouvement moléculaire du récepteur et du phonographe démontrent bien que les mouvements élastiques ne jouent aucun rôle dans ces instruments.

Il résulte aussi que les auteurs de ce rapport attachent une grande importance à une expérience que je présente ; mais cette importance est exagérée parce qu'elle a été aussi mal interprétée que l'expression dont ils ne partagent pas le sens qu'ils y attachent, ce qui m'a déterminé à intercaler un article dans ce travail expliquant cette expression, suivi de considérations réduisant à sa juste valeur l'importance qu'ils attribuent à l'expérience en question.

Enfin, c'est dans ces conditions que je présente mon étude au lecteur, avec l'espoir qu'il en jugera avec impartialité les phénomènes qui s'accordent avec les idées reçues, et avec indépendance ceux qui tendent à les combattre ; animé de ces dispositions il verra que les phénomènes qui s'accomplissent dans l'instrument ne sont pas moins intéressants que les effets qu'il produit, et reconnaîtra que désormais le mécanisme auquel on doit son fonctionnement est établi d'une manière définitive.

Digitized by the Internet Archive
in 2016 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign

https://archive.org/details/theoriemoleculai00bech

Nature du mouvement du diaphragme

Des physiciens qui ont étudié le récepteur électro-magnétique ont démontré que les ondes sonores qu'il produit sont dues à un mouvement moléculaire provoqué dans le diaphragme par les variations que le courant du circuit téléphonique fait subir à l'aimant. Les expériences dont ils se sont servis sont suffisamment concluantes, mais elles ne le sont pas assez pour exclure d'une manière absolue tout mouvement élastique de la lame. Cette lacune accompagnée de certains effets acoustiques mal interprétés donne lieu à d'autres physiciens à croire que la lame du récepteur pourrait bien être animée de ces deux mouvements. Quant à ceux qui ne se sont pas occupés d'une manière spéciale de cet instrument ils continuent à professer les premières idées reçues sans que les mémoires publiés contre l'ancienne théorie aient pu ébranler leurs opinions, appuyés sur de fausses idées d'acoustique et surtout sur le fonctionnement du phonographe.

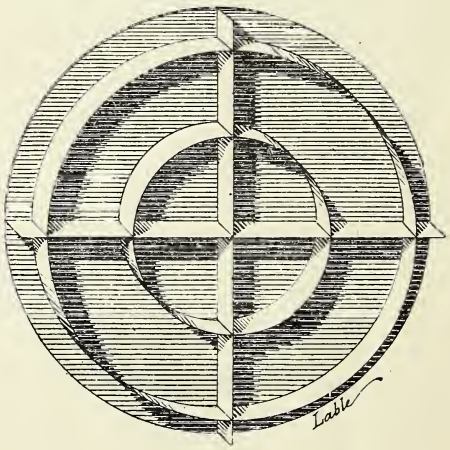
Voilà où en est la question de la théorie de cet instrument au moment où j'entreprends ce travail.

Il faut donc trouver un moyen pour démontrer que le mouvement de la lame est uniquement et exclusivement moléculaire et pour dissiper les doutes qui pourraient encore rester, il faut démontrer que la théorie du phonographe a été aussi mal interprétée que celle du récepteur électro-magnétique. C'est ce que je vais tâcher de faire le plus rapidement qu'il me sera possible.

Voici l'expérience que je propose pour mettre en évidence l'absence de tout mouvement de la lame. Pre-

nons deux bandes de laiton d'un centimètre de largeur et d'une longueur égale au diamètre des lames ordinaires du récepteur (fig. 1), croisons-les à angle droit après avoir fait une entaille au milieu de chacune d'elles, et soudons-les au point d'intersection; croisons ces quatre rayons par deux autres bandes formant deux cercles concentriques, après avoir fait aux points d'intersection les entailles nécessaires pour les faire entrer l'une dans l'autre; ces cercles seront faits pour être placés l'un à 18 millimètres environ du centre et l'autre à 36 millimètres. Quand ce système de bandes entrelacées sera terminé il sera soudé sur la lame de fer en plaçant celle-ci, afin d'éviter toute déformation, sur une plaque de cuivre de 2 à 3 millimètres chauffée sur une lampe à alcool.

Fig. 1



Il est évident qu'une lame ainsi composée doit offrir à la flexion autant de résistance qu'une plaque massive d'un centimètre d'épaisseur. Pour faire des expériences comparatives avec cette lame et une autre ordinaire, supprimons le pavillon du récepteur et avec le pouce

de chaque main, appuyons la lame à essayer sur les bords de la boîte de l'instrument et mettons-la en contact avec l'oreille si c'est la lame composée, et à un centimètre de distance si nous essayons la lame simple ; or nous constaterons que l'intensité produite est la même avec les deux lames.

Les partisans des flexions demanderont pourquoi une plaque massive d'un centimètre d'épaisseur donne beaucoup moins d'intensité ; l'explication est purement magnétique ; ils la trouveront dans l'article « Etude sur la lame ».

Le phonographe

Maintenant, voyons rapidement si le phonographe permet de douter que la parole ne saurait être produite par des mouvements élastiques; deux considérations nous aideront à comprendre comment il fonctionne.

Quand on produit des vibrations longitudinales en frottant une tige métallique, on sait que ces vibrations peuvent mettre en mouvement une petite bille suspendue et en contact avec l'extrémité de la tige; on explique ces vibrations par des mouvements parallèles à l'axe, produits par des tranches imaginaires et qui défient toute définition, alors qu'il serait si simple et si naturel de dire que les molécules dérangées de leur position d'équilibre, jouissant d'une extrême mobilité, exécutent, comme un pendule, des oscillations dans le sens du mouvement qui les a excitées et produisent un son qui ne s'éteint qu'avec ces oscillations; de là une douceur qu'on n'obtient pas avec les vibrations transversales de la tige.

Si d'un instrument de musique on enlève l'organe qui produit les ondes, anche ou autre, et on le fait agir à l'air libre, le son ainsi obtenu est sec et criard; mais si on complète l'instrument par son tuyau ou caisse sonore, les ondes, en se réfléchissant dans l'instrument, mettent en mouvement toutes les molécules de celui-ci, et modifient les conditions du son en lui communiquant toutes les qualités qui charment notre oreille. La mobilité moléculaire n'a pas besoin d'être démontrée et personne n'est capable de mettre en évidence les prétendues et impossibles flexions des tuyaux, caisses et plaques sonores, sauf dans quelques cas faciles à reconnaître.

Maintenant voyons si les deux effets qui précèdent nous permettent d'expliquer le mode de mouvement du phonographe. Les vibrations moléculaires longitudinales d'une tige sont produites directement par un effort mécanique ; mais si les ondes sonores mettent en mouvement les molécules des instruments de musique il est naturel que les ondes sonores qui frappent la plaque du phonographe puissent engendrer des vibrations moléculaires longitudinales dans le stylet et produire à son extrémité le même effet qu'on obtient au moyen d'une tige en contact avec une bille. Si, inversement, en communiquant le même mouvement de cette bille à l'extrémité de la tige, on peut — ce qui est hors de doute — reproduire les mêmes vibrations moléculaires longitudinales qui ont imprimé ce mouvement à la bille, à plus forte raison on pourra, en faisant agir les inscriptions du cylindre du phononographe sur l'extrémité d'un stylet très court, reproduire le mouvement moléculaire longitudinal complexe nécessaire à la reconstitution de la même parole articulée qui aura servi à creuser ces inscriptions.

Si ce raisonnement ne suffit pas, nous pouvons vérifier son exactitude par l'expérience en appliquant au phonographe une plaque composée comme celle que j'ai proposée pour le récepteur Bell et nous verrons s'il est permis de douter que seul le mouvement moléculaire soit capable de produire la complication inextricable d'effets divers qui constituent la parole articulée.

Voilà ce que je voulais démontrer afin que, dans l'étude que nous allons commencer, l'esprit du lecteur soit bien dégagé de toute idée de flexion.

Propriétés de l'aimant

On sait que sous l'action des variations du circuit téléphonique l'aimant d'un récepteur Bell éprouve des modifications équivalentes dans son pouvoir magnétique; mais ce que nous ne savons pas, c'est comment ces modifications peuvent s'effectuer dans un aimant reconnu comme il est, *permanent, saturé* et doué d'une force coercitive s'opposant, dans ces conditions, à toute modification instantanée. Pour fixer les idées, mettons en évidence ces modifications au moyen d'une expérience élémentaire.

Annotations du Membre de l'Académie des Sciences de Paris.

Inexact. Un morceau d'acier placé dans une hélice traversée par un courant est plus magnétique pendant que le courant passe.

Sur une petite potence, suspendons une pointe de fer, au moyen d'un fil, et plaçons le pôle d'un aimant muni de sa bobine le plus près possible de la pointe, de manière à être attirée légèrement. Si nous faisons passer dans cette bobine un courant de même sens que celui des courants particulaires de l'aimant, la *pointe sera attirée;* si le courant est de sens contraire elle sera repoussée et, dans les deux cas, ces effets se produiront et cesseront instantanément avec l'influence agissante, exactement comme dans le fer doux, ce qui nous autorise à croire que dans l'acier trempé la force coercitive ne s'exerce que *sur une partie* des courants particulaires qu'il renferme; que celle-là cesse avec les courants que l'aimantation a pu orienter et que ceux qui restent à l'état latent jouissent des mêmes propriétés que ceux du fer doux; de sorte qu'au point de vue magnétique on peut considérer un aimant comme renfermant un petit barreau de fer.

En voilà la preuve.

?

Rôle des courants magnétiques

Le courant électrique est considéré comme un mode de mouvement moléculaire qui se manifeste à la surface extérieure des conducteurs. Pour pouvoir attribuer aussi cette manière d'être au courant magnétique, il faudrait supposer que chaque molécule des substances magnétiques est formée d'une infinité de petites molécules et que c'est le mouvement de celles-ci manifesté à la surface de chaque groupe qui constitue le courant magnétique. Cette hypothèse n'est pas sérieuse; l'identité dans la manière d'être est impossible dans les deux cas; mais comme presque tous les phénomènes électro-magnétiques s'accordent avec l'idée des courants d'Ampère nous pouvons admettre ceux-ci en attendant que nous connaissions le magnétisme d'une manière intime, à la condition de les considérer comme une chose immatérielle que je ne puis exprimer autrement que par le mot fluide.

L'ancien téléphone musical de Reiss nous montre que le mouvement de ces courants peut donner lieu à des ondes sonores ; nous pouvons en faire l'expérience d'une manière plus simple en faisant agir un courant dans l'hélice primaire d'une bobine d'induction ; si dans ce même circuit nous attachons une hélice entourant un barreau de fer ou bien l'hélice primaire d'une autre bobine sans interrupteur, nous entendrons clairement le bruit de l'interrupteur de l'autre bobine, mais avec une intensité réduite. Comme ces courants magnétiques sont immatériels il est de toute évidence que les ondes sonores que nous venons de constater ne peuvent être attribuées qu'à un mouvement des molécules matérielles qui accompagne celui des courants magnétiques. Il faut

donc retenir ce double mouvement; mais chaque fois que j'aurai à l'exprimer je continuerai à me servir du simple mot « courant » et me dispenserai de répéter que les courants ne se déplacent pas sans déplacer les molécules matérielles avec lesquelles ils sont liés.

Etude sur la lame de fer

On dit qu'une lame de fer fait écran si on la place entre un aimant et une aiguille aimantée et, en effet, si nous faisons l'expérience, nous constaterons que la puissance de l'aimant sur l'aiguille diminue quand on interpose la lame. D'où vient cet affaiblissement? Est-il dû à une propriété physique particulière au fer et dont les autres métaux seraient dépourvus? Ce n'est pas vraisemblable; la cause doit être magnétique, car si nous remplaçons la lame par un barreau de fer de quelques centimètres de longueur, l'intensité de l'aimant sur l'aiguille augmente d'une manière considérable, ce qui n'a rien de surprenant, car à l'extrémité du barreau qui regarde l'aiguille s'est formé un pôle de même signe que celui de l'aimant et a agi comme si on avait approché celui-ci. Il faut donc chercher pourquoi la lame agit comme si l'aimant s'éloignait. A cet effet voici ce que nous pouvons faire.

Prenons une lame d'acier de quelques centimètres de côté, appuyons-la par son centre sur la tête d'un aimant droit et examinons dans quelles conditions elle s'est aimantée en passant successivement ses deux faces devant une aiguille aimantée. Nous constaterons que les deux faces sont chargées du même magnétisme de signe contraire à celui du pôle de l'aimant et que deux des quatre bords sont couverts de magnétisme du même nom. Quelquefois l'une de ces deux extrémités est de même signe et le reste de la lame de signe contraire. Je n'ai pas cherché à pénétrer la cause de cette différence; mais dans tous les cas il est important de retenir

que : *Un point quelconque d'une face donne la même réaction que celui de la face opposée.* Pour nous rapprocher davantage des conditions de l'appareil que nous étudions nous pouvons faire cette expérience avec une lame de fer, et si, après le contact avec un aimant, nous la soumettons à l'action de l'aiguille, nous remarquerons les mêmes effets que je viens d'indiquer, quoique très faibles. Si après avoir mis la lame d'acier en contact par son centre avec un pôle d'un aimant on applique à la face opposée le pôle contraire d'un autre aimant, la lame sera aimantée par celui dont l'action aura été la plus énergique, quelque petite que soit la différence entre les actions des deux aimants.

L'aimantation d'une lame nous montre donc que les courants magnétiques de signe contraire, en s'orientant, se repoussent d'autant plus que le champ d'action des uns se trouve plus près de celui des autres et que si nous rapprochons ces deux champs jusqu'à confondre l'un dans l'autre les courants qui, sous une influence extérieure, recevront l'action la plus énergique, seuls seront orientés ou mis en présence et, par leur répulsion, maintiendront dans l'inaction ceux de signe contraire ; c'est le cas d'une lame ; ce raisonnement nous montre aussi pourquoi l'aimantation d'un barreau est d'autant plus faible que sa longueur est plus petite.

Les propriétés que nous venons de constater sont exclusives aux lames minces qu'on emploie ordinairement dans le récepteur et ces propriétés changent d'une manière singulière dès qu'on augmente leur épaisseur. Ainsi si on expérimente sur une lame d'acier de 3 millimètres d'épaisseur, on remarquera que l'aimantation est très faible, que les courants particulaires, au lieu d'être d'un seul signe et de rester au point d'application de l'aimant, se divisent en deux signes et se portent vers les extrémités. On comprendra que si on emploie dans le récepteur une lame de fer de cette épaisseur,

il doit en résulter un affaiblissement qu'on serait tenté d'attribuer à la diminution d'élasticité, alors que cette perte d'intensité s'explique, d'abord, par la faible faculté magnétique de la lame, et ensuite par la loi du carré de la distance que subissent ses modifications à mesure qu'elles s'éloignent du centre. Ce paragraphe remplit la lacune laissée dans le premier article.

A l'Académie des Sciences de Belgique

Le rapport des commissaires de l'Académie royale des sciences de Belgique qui, malgré mes réclamations, ne m'a été adressé que deux mois après sa lecture en séance, conclut au rejet de mon mémoire, s'appuyant sur une expression contenue dans l'article précédent et interprétée d'une manière fantaisiste par M. de Heen; la voici « les courants magnétiques de signe contraire (et non de sens contraire comme il l'a interprété) en s'orientant, se repoussent d'autant plus que le champ d'action *des uns* se trouve plus près de celui *des autres*, etc. » Si M. de Heen avait examiné tout mon travail il aurait trouvé dans l'article « actions principales du récepteur » l'explication des deux idées que renferme cette expression. Sur la première idée il aurait lu : « Quand nous disons qu'il y a des courants magnétiques de deux signes, nous ne faisons, d'après les idées qu'Ampère nous a laissées, qu'exprimer deux effets différents; de sorte que, en réalité, il n'y aurait qu'une seule espèce de courants, etc. ». Je n'affirme donc pas qu'il y a dans un aimant deux espèces de courants de deux natures différentes ni de deux sens, parce que si M. de Heen sait, d'après Ampère, qu'il n'y en a qu'une, moi, je sais que ce n'est pas ici le lieu de démontrer combien il y en a comme je pourrais le faire à la suite de mes recherches. Au sujet de la deuxième idée je dis « Si la présence d'un aimant vient à exciter les courants d'une lame de fer, ils sont, d'abord, tous orientés à la fois et divisés en deux parties égales se repoussant entre elles, etc. » Je ne dis donc pas que les courants de chaque partie se repoussent entre eux, parce que si M de Heen sait qu'ils s'attirent « *comme les spires d'un solé*

noïde », moi je sais que la nature de ce travail m'interdit de démontrer s'il y a attraction, répulsion ou indifférence. Pour les mêmes raisons je me dispenserai également de démontrer à M. de Heen la cause qui produit d'une manière naturelle et inévitable la répulsion et division évidentes entre les deux champs; mais tous ces sujets seront traités prochainement par des expériences dans une étude sur le magnétisme.

M. de Heen n'a pas été plus heureux dans l'interprétation de la polarité unique qu'il constate sur les deux faces d'une lame aimantée; il ne peut attribuer ce phénomène qu'au renversement d'une partie des courants, laquelle, avec le restant, formerait deux systèmes de courants de sens contraire parallèles au plan de la lame. Si au lieu de s'arrêter devant la première idée qui viendra à tout le monde M. de Heen avait pénétré un peu plus à fond cette question, il n'aurait pas tardé à comprendre que cette polarité de même nom sur les deux faces d'une lame n'a rien d'anormal et qu'au contraire elle se manifeste aussi sur un aimant quelconque. Voici une expérience qui lui démontrera : Quand on présente une aiguille aimantée mobile devant l'une quelconque des faces latérales d'un pôle d'un aimant on constate que les actions sont partout exactement les mêmes que l'on obtient devant la face extrême transversale, ce qui est identique au cas d'une lame aimantée; c'est-à-dire qu'un même point d'une face parallèle à l'axe d'un aimant a une polarité de même nom que celui de la face opposée et cependant l'idée ne nous viendra pas que la droite qui réunit les deux points en question soit parcourue par deux systèmes de sens contraire parallèles à l'axe, puisque vous prétendez que les courants d'un aimant sont comme ceux d'un solénoïde, perpendiculaires à cet axe. Maintenant, pour compléter l'analogie, si vous considérez une tranche ou lame parallèle à l'axe de cet aimant, vous arriverez à un résultat qui

exclut l'idée révolutionnaire qui a tant effrayé M. de Heen, lequel résultat vous portera à conclure qu'une lame est au point d'application d'un aimant, couverte de courants de polarité opposée, perpendiculaires à son plan, ayant une même action magnétique sur les deux faces et tendant à se porter vers les bords à mesure qu'on augmente son épaisseur. Mais remarquez que vous n'avez obtenu ce résultat qu'en portant une main sacrilège sur le solénoïde, arche sacro-sainte d'Ampère, puisque si vous obtenez le même effet en remplaçant les deux aimants par deux solénoïdes l'un fixe et l'autre mobile, ce résultat sera en contradiction avec les lois d'Ampère sur les actions réciproques des courants que M. de Heen invoque; et comme dans tout il n'y a que le premier pas qui coûte, aggravons la profanation en présentant derrière le même pôle qui vous a servi à faire l'expérience, une aiguille mobile pliée à angle droit et suspendue par sa branche verticale, vous remarquerez que l'effet est encore le même. Pour rendre cet effet plus saisissant et plus concluant vous pouvez faire l'inverse : plier à angle droit l'aimant fixe derrière le point le plus intense du pôle; si dans ces conditions vous présentez l'aiguille mobile en face du coude, vous observerez que l'effet est toujours le même que sur la face terminale du même pôle.

La polarité unique d'une lame a, d'abord, bouleversé M. de Heen, mais une réaction l'a bientôt sereiné et enfin il s'est décidé à déclarer qu'elle n'est qu'*occasionnelle*; seulement il a oublié de nous apprendre ce qu'il entend par ce mot. Veut-il dire que pour réussir dans l'expérience il faut se servir d'une lame d'*occasion* achetée chez un marchand de ferraille? ou bien entend-il que, comme une lame appartient au sexe inconstant, elle est capricieuse et ne manifeste ses propriétés que par *occasion*? L'importance de cette explication saute aux yeux, il aurait dû nous la donner.

Voilà comment dans les académies on traite les affaires sérieuses. On y examine un mémoire comme on lirait un roman de Paul de Koch. Je ne suis pas fâché que ces messieurs aient dédaigné de s'occuper des autres phénomènes que je décris, car ce travail n'a pas été fait pour des savants capables de l'analyser avec une légèreté aussi naïve.

Nécessité d'une nouvelle propriété

Voyons maintenant si le diaphragme couvert d'un écran de courants de signe inverse peut nous expliquer le fonctionnement du récepteur.

La lance de fer de l'appareil est maintenue dans un état constant d'aimantation par la présence de l'aimant permanent et est l'objet d'un mouvement moléculaire provoqué par des modifications que celui-ci subit dans son intensité. Si cet état d'aimantation se trouvait au-dessous de la saturation, la lame pourrait bien subir les modifications que l'aimant lui imposerait; mais si *elle est saturée*, et par conséquent si la force de celui-là est supérieure à celle des courants que la lame de fer peut mettre en présence, ceux-ci ne peuvent donner lieu à aucun mouvement, parce que une suraimantation du barreau ne pourra pas en faire naître d'autres, et ceux qui sont déjà orientés ne seront pas repoussés par une désaimantation, celle-ci étant toujours trop petite pour faire descendre la force de l'aimant au-dessous de la saturation de la lame. Si l'appareil fonctionnait réellement parce que la lame n'est pas saturée, il s'en suivrait qu'un récepteur fait avec un barreau d'une force démesurée ne devrait pas marcher. J'ai voulu m'en convaincre en faisant un appareil avec un barreau de 25 millimètres de diamètre et j'ai constaté qu'il *était aussi bon* que les autres. Pourtant l'aimantation de la lame, avec un tel barreau, ne peut pas se trouver au-dessous de la saturation, et une lame de fer ne peut *s'aimanter indéfiniment* et fournir d'une manière illimitée tous les courants que l'aimant lui

Avec des champs magnétiques relativement aussi faibles la saturation n'est jamais obtenue.

En voilà la preuve!

C'est vrai, mais l'aimantation produite est loin du maximum.

demandera. L'impossibilité de faire marcher l'appareil sans le concours d'une nouvelle *propriété* magnétique est donc bien évidente, cette propriété nous sera révélée par une anomalie que chacun aura remarquée dans le galvanomètre.

Galvanomètre

Les traités de physique un peu complets expliquent cet effet. Le courant induit de fermeture ne passe pas ; celui de rupture seul passe dans un circuit interrompu.

Si dans un circuit nous mettons en communication un galvanomètre Thomson avec le fil induit d'une bobine Ruhmkorff, nous constaterons un phénomène que nous n'avions aucune raison d'attendre. Si l'interrupteur de la bobine est animé de la rapidité qu'on lui donne ordinairement, l'aiguille, sous l'action des courants alternatifs induits, au lieu de rester parallèle aux spires de la bobine du galvanomètre, se trouvera en équilibre instable et se déviera proportionnellement à l'intensité de ces courants dans le sens qu'elle prendrait, sous la force de torsion du fil de suspension, si on enlevait l'aimant compensateur de l'instrument. Le sens de cette déviation sera le même si on change le sens des décharges et naturellement il sera encore le même si on change le sens du circuit inducteur. Il se produira également si l'instrument est formé de deux bobines attachées de manière à se neutraliser. Si les vibrations de l'interrupteur sont lentes, l'aiguille reste immobile. Enfin, si on enlève l'aimant compensateur le phénomène se produit, quelle que soit la position de l'appareil par rapport au champ terrestre ; ce qui démontre que le mouvement imprimé à l'aiguille est dû uniquement à l'influence de la bobine associée avec une réaction que celle-ci provoque sur celle-là. L'action de la bobine nous la connaissons, voyons donc si nous pouvons découvrir la réaction de l'aiguille.

D'abord cherchons un cas connu où, sous l'action d'un courant, l'aiguille en équilibre instable et dégagée de toute influence magnétique, puisse se dévier indifféremment à droite ou à gauche, et nous trouverons que c'est lorsque l'aiguille est placée à 90° et qu'on la

soumet à l'action d'un courant de sens contraire à ses courants particulaires, mais remarquons qu'ici le courant fait passer l'aiguille à l'autre extrémité diamétrale, tandis que dans le cas que nous cherchons à connaître, l'aiguille est incapable de parcourir plus d'un quart de cercle.

Voyons maintenant si cette expérience peut nous servir de guide pour arriver à nous expliquer le phénomène qui nous occupe. Si, au lieu d'être perpendiculaires à l'axe, les courants particulaires de l'aiguille étaient parallèles, il est évident que, pour obtenir le même effet de l'expérience précédente, il faudrait placer l'aiguille parallèlement aux spires de la bobine, et en effet, si nous considérons une aiguille idéale dont les courants seraient parallèles à son axe et aux spires de la bobine, et si, par la pensée, nous la soumettons à un courant de sens contraire, nous verrons que, d'après la loi d'Ampère sur les actions réciproques des courants, toutes les actions des spires de la bobine sur les courants de cette aiguille, et réciproquement, seront concordantes pour lui faire décrire un demi-tour à droite ou à gauche au bout duquel les courants particulaires imaginés seront de même sens que le courant de la bobine, exactement comme dans le cas réel précédent. Si on veut se rendre compte de ce résultat par un moyen matériel, on n'a qu'à introduire un anneau mobile dans un autre plus grand, et on pourra mieux vérifier les effets qui viennent d'être indiqués.

L'effet de cette aiguille imaginaire nous permet donc de présumer que le phénomène qui nous occupe est dû à des courants particulaires de sens contraire et parallèles aux spires de la bobine qui, à chaque décharge, prennent naissance dans l'aiguille ; comme ces décharges changent de sens alternativement les courants de réaction provoqués dans l'aiguille changent de sens aussi, et celles-là agissent sur ceux-ci comme le ferait un seul

courant permanent qui agirait sur des courants particulaires de sens inverses permanents, comme dans le cas imaginaire et le cas réel précédents, avec la différence que : dans le cas réel l'aiguille placée à 90° passerait à l'autre extrémité diamétrale; dans le cas imaginaire l'aiguille de 0° passerait à 180; positions où les actions seraient de même sens dans les deux cas, tandis que dans le phénomène que nous étudions, comme la décharge et la réaction dans l'aiguille sont toujours de sens inverse, celle-ci est incapable de dépasser 90°, où les courants particulaires de cette réaction sont perpendiculaires aux spires de la bobine parce que, au delà, ces courants de réaction provoqués par les décharges, se renverseraient pour être toujours de sens contraire, et remettraient l'aiguille à angle droit.

Nous pouvons donc conclure que le phénomène que nous désirons nous expliquer est dû à des courants particuliers de sens contraire aux spires de la bobine et naturellement perpendiculaires à ceux de l'aimantation permanente de l'aiguille provoqués par celle-là sur celle-ci.

Nous avons vu que, si l'interrupteur de la bobine n'est pas animé d'un mouvement assez rapide, l'aiguille du galvanomètre ne se déplace pas, ce qui, ajouté au sens contraire que prennent les courants particulaires en question, concourt à démontrer que ces courants sont d'induction et, obéissant à la loi de Lenz, naissent et disparaissent aussitôt malgré la persistance de l'influence qui les fait naître.

Maintenant, voyons le rôle que ces propriétés jouent dans le fonctionnement du récepteur Bell.

Actions principales du récepteur

Résumons en quelques mots le résultat des recherches que nous avons faites. Quand nous disons qu'il y a des courants magnétiques de deux signes nous ne faisons, d'après les idées qu'Ampère nous a laissées, qu'exprimer deux effets différents; de sorte qu'en réalité il n'y aurait qu'une seule espèce de courants; mais ce qu'il y a de certain, c'est que, si la présence d'un aimant vient à exciter ceux d'une lame de fer, comme dans l'appareil Bell, ils sont d'abord tous orientés à la fois et divisés en deux parties égales se repoussant entre elles; mais comme leur champ d'action est trop petit pour soutenir cette répulsion, l'une d'elles seule obéit à l'influence de l'aimant en se fixant dans un sens de polarité opposée à celle de cette influence, et l'autre tombe instantanément dans l'inaction. Si une modification dans un sens quelconque vient à se produire dans la force agissante, comme toute la moitié des courants est déjà en présence, ce sont ceux de l'autre moitié tombés dans l'inaction qui surgiront et, en tournant sur leur axe, prendront un sens toujours opposé pour retomber de nouveau, malgré la persistance de la modification agissante, et ainsi de suite à chaque nouvelle modification, croissante ou décroissante. Voilà ce qui résulte de tout ce qui précède. Ce résumé n'est autre chose, on l'a déjà compris, que l'explication succincte du mécanisme que nous cherchions.

Voyons maintenant si le fonctionnement du récep-

teur, d'après ces propriétés, s'accorde avec les actions que nous avons constatées dans le galvanomètre.

GALVANOMÈTRE	RÉCEPTEUR
Les lames du galvanomètre sont maintenues dans un état constant d'aimantation par la force coercitive.	Le diaphragme du récepteur est maintenu dans un état constant d'aimantation par la présence de l'aimant.
L'action d'un courant fait naître dans ces lames aimantées des courants particulaires qui disparaissent aussitôt.	Dans la lame du récepteur c'est toute modification croissante ou décroissante de la puissance de l'aimant qui oriente les courants instables et comme ces modifications sont parallèles et de même sens que le courant de la bobine, il n'y a aucune différence entre ces actions et celles du galvanomètre.
Ils se présentent toujours parallèles et de sens contraire au courant agissant.	La position que ces courants instables prennent est toujours parallèle à celle des modifications de l'aimant et, grâce à un mouvement tournant sur leur axe, leur direction est toujours de sens inverse, de manière à s'opposer au mouvement qui les a provoqués.

On voit donc que l'analogie est complète et que les effets sont identiques; mais comme les conditions des deux appareils sont différentes, chacun manifeste ces effets sous une forme différente; ce qui est naturel, en effet, si, suivant les conditions du récepteur, nous plaçons l'aiguille du galvanomètre devant la bobine, nous constaterons le même phénomène qu'elle nous accuse dans l'intérieur et, il est évident que si, au lieu

d'être mobile, elle était fixe, nous aurions des ondes sonores au lieu d'avoir un mouvement. Il en résulte que, dans l'effet qui nous occupe, on peut confondre le galvanomètre avec le récepteur et considérer celui-là comme un récepteur transformé produisant les mêmes effets magnétiques; mais au lieu d'être perçus par l'oreille, cette transformation ne les rend sensibles qu'à l'œil.

Remarquons maintenant pour terminer que, dans le galvanomètre, l'intensité de la force agissante est toujours uniforme, dans l'appareil Bell cette force est constituée par les *variations* du pouvoir de l'aimant et, comme *les courants qu'elle excite* dans la lame meurent aussitôt nés et qu'au contraire l'intensité de cette force est sans cesse et sans discontinuer ascendante et descendante, il faut que le mouvement de ces courants se renouvelle constamment pour s'opposer aux variations de cette force et chaque fois avec une nouvelle intensité ascendante ou descendante; par suite la sinusoïde représentant cet effet ne saurait être comme celle qui représenterait celui des variations de l'aimant, celle-ci est continue et celle-là est coupée par de petits intervalles représentant chaque va-et-vient des courants instables; ces intervalles, qui sont extrêmement petits, peuvent être considérés comme des ordonnées qui, une fois reliées par une ligne continue, formeront une sinusoïde se confondant avec celle des variations de l'aimant et avec celle des ondes originaires.

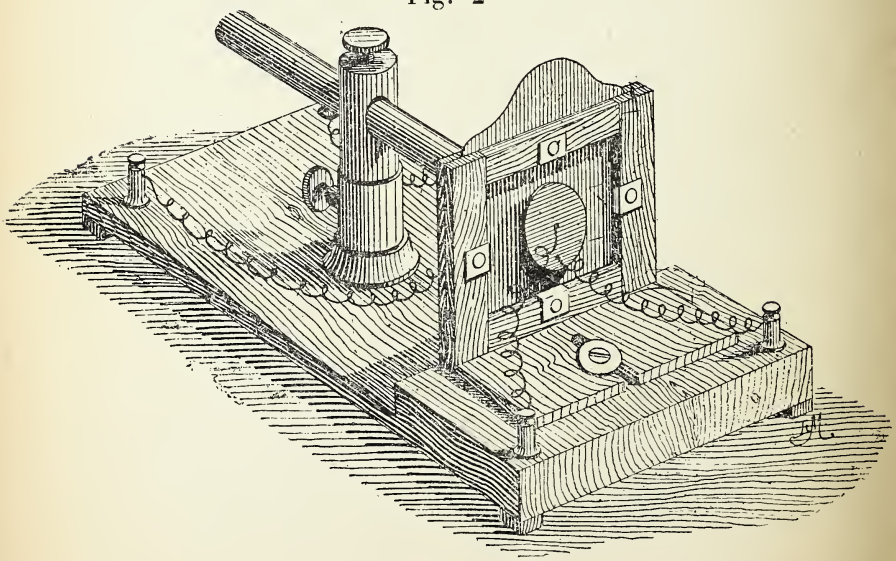
Exact.

Douteux.

Expériences

Bien que les explications qui précèdent soient complètement suffisantes pour comprendre tout ce qui se passe dans le récepteur, j'ai toujours cherché une expérience pouvant en rendre compte d'une manière directe, mais j'ai été obligé d'y renoncer, ayant échoué dans mes tentatives. Après avoir communiqué ce travail à l'Académie des sciences de Belgique, l'idée m'est venue de reprendre l'une de ces expériences, et dans les nouvelles recherches j'ai fini par constater que, non seulement j'avais mal interprété les effets obtenus la première fois, mais qu'ils étaient parfaitement d'accord avec la théorie que je viens d'exposer. L'appareil employé (fig. 2) se prête à deux expériences démonstratives que je vais décrire au risque de contrarier M. de Heen qui est d'avis de remettre à plus tard l'étude de tout ce qui concerne le récepteur.

Fig. 2



Cet appareil est composé d'un aimant fixé devant une lame de fer pouvant glisser dans un châssis, derrière laquelle est fixée une bobine mise en communication avec un galvanomètre. Ces deux organes doivent être faits avec soin si l'on veut en obtenir le maximum d'effet, ce qui m'oblige à décrire, avec tous les détails nécessaires, la manière de les faire.

Le châssis est formé d'un cadre en bois de 4 millimètres d'épaisseur, de 85 de côté extérieur, et de 55 de côté intérieur, ce qui donne aux pièces formant le cadre une largeur de 15 millimètres. A l'une de ses deux faces deux autres cadres en carton sont collés; le premier doit être d'une épaisseur égale à celle de la lame de fer qu'il faut soumettre à l'expérience, et d'une largeur de 7 millimètres; l'autre, en carton plus fort, et des mêmes dimensions du cadre en bois, est collé dessus et complète une coulisse dans laquelle la lame glisse à frottement dur, cette lame doit surpasser le cadre de 2 centimètres environ, afin de pouvoir l'introduire et la retirer facilement. Sur le bord inférieur, du côté opposé à celui de la coulisse, une pièce en bois de 45 millimètres de largeur est assemblée à angle droit, et, au moyen d'une vis appliquée au centre de cette planche, le cadre est fixé sur un socle et maintenu solidement dans une position verticale.

Maintenant voici comment il faut faire la bobine qui est appliquée derrière la lame. Pour faire son axe, coupez d'une lame de laiton doux, mince comme du papier, deux petits morceaux de 3 millimètres de largeur et de 34 de longueur, vous réunirez ces deux lames en enroulant plusieurs couches de fil à coudre au milieu sur un espace de 4 millimètres constituant l'axe de la gorge de la bobine, pliez les deux lames d'un côté de manière à former deux angles droits opposés, placez dessus en le traversant au centre un carré de papier

épais et solide de la grandeur du cadre décrit ci-dessus, renversez le système et après l'avoir placé entre deux blocs de bois d'une épaisseur supérieure à la longueur des lames, collez sur le carré en question un morceau de papier à chaque côté des lames de cuivre et sur le tout un autre carré pareil au premier; dans ces conditions l'épaisseur doit être égale partout, et de ce travail il en résultera la joue de la bobine qui doit être placée en contact avec la lame de fer; mais il faut que la surface de cette joue soit bien plane, pour l'obtenir ainsi vous renverserez le système, et après avoir placé la joue sur des feuilles du papier buvard vous la laisserez sécher avec un poids sur les blocs de bois. Quand cette joue sera sèche vous ferez l'autre en répétant les mêmes opérations, avec la différence que celle-ci sera circulaire et d'un diamètre de 30 millimètres, un peu supérieur à celui occupé par le fil que doit renfermer la gorge; au lieu de papier, vous emploierez pour cette joue, des morceaux de bristol, vous remplacerez les blocs de bois par deux planchettes d'une épaisseur égale à celle de la gorge et vous la sécherez également avec un poids dessus. Quand elle sera sèche vous garnirez de fil fin couvert de soie la gorge de la bobine ; celle dont je me suis servi renferme 25 mètres de fil de 15 centièmes de millimètre, vous couperez la joue carrée juste à la grandeur de l'espace intérieur du cadre, mais en ayant soin de laisser au milieu de chacun des quatre côtés une bande de 1 centimètre de largeur environ, que vous plierez à angle droit; vous mettrez la joue en contact avec la lame de fer et vous plierez encore les bandes pour les fixer avec des punaises sur la face opposée du cadre.

Voilà la partie de l'appareil qui demande à être réalisée avec soin. Quant à l'aimant il sera fixé par le moyen que l'on voudra le plus près possible de la lame

et juste au centre de la bobine. Afin d'éviter autant que possible les actions réciproques des deux bobines on aura soin de limiter le volume occupé par le fil de celle de l'aimant ; si l'on se sert d'un barreau de la force de ceux des récepteurs ordinaires il suffira de mettre dans sa bobine 8 mètres de fil couvert de soie de 5 dixièmes de millimètre.

Pour étudier à l'aide de cet appareil ce qui se passe dans un récepteur mettons la bobine en communication avec un galvanomètre et celle de l'aimant avec une pile et une clef servant à fermer et à rompre le courant. Après avoir examiné le sens des actions de tous les organes, retirons la lame du cadre et fermons le courant, nous verrons au même instant que la bobine du cadre a, ce qui était prévu, été parcourue par un courant de sens contraire aux courants particulaires provoqués dans l'aimant, la rupture produira naturellement l'effet inverse, mais si nous introduisons la lame dans le cadre, nous n'observerons ni à la fermeture ni à la rupture, la moindre trace de mouvement dans le galvanomètre, ce qui montre d'une manière évidente que la lame a, par induction, introduit dans la bobine un courant de même intensité et de sens contraire à celui que celle-ci reçoit par l'influence directe de l'aimant. Maintenant voyons comment la lame interposée peut produire cette force de sens contraire.

La lame placée devant l'aimant de notre appareil est saturée sur toute sa surface, une simple aiguille à coudre aimantée même suffit pour la saturer au point d'application. Il s'en suit que dans cette lame tous les courants magnétiques de la polarité opposée à celle de l'aimant sont fixés d'une manière permanente devant celui-ci et qu'il n'en reste pas une trace en équilibre pouvant être mise en mouvement par une modification quelconque effectuée dans le pouvoir magnétique agissant. Il est inutile d'insister sur ce point, d'autant plus,

qu'en cas de doutes, on a la ressource d'augmenter d'une manière illimitée la force permanente du barreau aimanté. Par conséquent le courant de sens contraire à celui que la bobine reçoit directement de l'aimant introduit dans celle-ci par la présence de la lame ne peut être dû qu'aux courants magnétiques de polarité contraire à ceux qui sont fixés d'une manière permanente dans cette lame devant l'aimant soulevés par la modification que nous avons effectuée dans la puissance de celui-ci, lesquels, pour jouir des propriétés de deux polarités opposées que nous leur constatons, ne sauraient se présenter que, comme nous l'avons vu dans les deux articles précédents, parallèlement au plan de la lame dans un sens toujours opposé à celui de la modification de l'aimant, c'est donc leur présence qui fait nécessairement naître dans la bobine le courant induit de sens inverse que nous avons constaté, lequel est également inverse à celui que l'aimant y développe directement et l'annule pour le galvanomètre, mais nous allons voir que ces deux courants ne s'annulent pas dans une épreuve à laquelle nous allons les soumettre, et qui démontre l'exactitude de l'explication qui vient d'être donnée.

Si dans le circuit induit nous insérons un récepteur à l'effet de contrôler par l'oreille les indications que le galvanomètre nous a fournies, nous remarquerons avec surprise que le bruit produit par les réactions de la bobine est, aussi bien à la fermeture qu'à la rupture du courant, presque aussi intense avec la lame que sans la lame, ce qui est en contradiction avec le galvanomètre, lequel reste immobile quand la lame est interposée, parce que dans ce dernier cas la bobine est parcourue par deux courants de sens inverse: mais alors comment et par quel moyen ces deux courants peuvent-ils, au lieu de s'annuler, produire un effet acoustique quelconque au moyen d'un récepteur? Pour

nous expliquer ce curieux phénomène, reportons-nous à l'article « Rôle des courants magnétiques » ; nous y verrons que les courants magnétiques étant formés d'un élément immatériel sont, par leur propre mouvement, incapables de produire des ondes sonores et que l'ancien téléphone musical de Reiss n'en produirait pas si ces courants n'avaient pas la propriété d'entraîner dans leur mouvement les molécules matérielles qui les accompagnent. Or, comme le mouvement imprimé à ces molécules ne dépend que de celui des courants magnétiques, et que le sens de ces derniers ne peut rien altérer ni modifier dans le mouvement de celles-là, il en résulte : D'abord qu'en acoustique, la somme de deux forces égales et contraires n'est pas toujours nulle, et si dans l'expérience précédente l'effet acoustique est moindre avec la lame, c'est parce que les courants magnétiques permanents de celle-ci affaiblissent les effets que la modification de l'aimant provoque directement et indirectement sur la bobine. Ensuite, que pour que la lame d'un récepteur puisse, dans notre dernière expérience, produire des effets acoustiques sous l'action de deux courants de sens contraire, il faut que cette lame jouisse de la propriété de pouvoir mettre simultanément en mouvement deux systèmes de courants magnétiques de sens contraire entre eux, ce qui n'est admissible, dans une lame déjà sursaturée, qu'à la condition de disposer dans cette lame, d'une réserve de courants magnétiques pouvant tourner sur leur axe et se placer parallèlement à son plan dans le sens qui leur sera demandé par l'aimant agissant; conditions impossibles à satisfaire en dehors de la théorie que j'ai exposée, laquelle par cette épreuve demeure démontrée d'une manière matérielle et concluante.

Bien que l'expérience qui précède soit décisive, le curieux effet acoustique produit par deux courants de sens inverse donnerait peut-être lieu à des doutes si

je ne démontrais que dans la pratique le même effet se produira toutes les fois que la bobine d'un récepteur sera traversée également par deux courants de sens contraire. L'expérience dont je me servirai est intéressante et concluante. Si l'on attache dans un récepteur les fils de deux circuits indépendants renfermant chacun un microphone, et si l'on réunit ces deux microphones par une montre formant pont, on remarquera que l'intensité acoustique accusée par le récepteur est la même quel que soit le sens des deux courants. Dans cette sorte d'expériences nous n'avons pas à nous occuper de ce qui se passe dans le microphone quand il est traversé par divers courants; nous n'avons à retenir que le cas où la bobine du récepteur est réellement traversée par deux courants de sens contraire, et constater qu'ils ne s'annulent point pour produire des effets acoustiques.

On peut obtenir le même résultat avec diverses variantes, mais je crois que l'expérience qui précède suffit pour mettre en évidence dans le terrain pratique la propriété qui nous occupe ici et pour dissiper tous les doutes qui pourraient surgir au sujet de la conclusion tirée de l'expérience de notre appareil.

Actions secondaires

La théorie que je viens d'exposer nous donne les propriétés échangées entre l'aimant et la lame de fer; elles constituent la base du fonctionnement du récepteur Bell, mais si nous faisons un appareil avec ces deux organes seuls, c'est-à-dire avec un aimant muni de sa bobine, isolé et fixé sur un socle devant une lame de fer, solidement fixée dans un châssis, l'intensité des ondes sonores produite est très faible, ce qui montre que pour donner de la valeur aux actions de ces deux organes le concours de la boîte est indispensable, d'où il suit que la théorie complète doit être composée d'actions d'acoustique moléculaire combinées avec l'action électro-magnétique d'une complication qui ne permettra pas de démêler d'une manière exacte tout ce qui se passe dans l'instrument.

Dans la rédaction envoyée à l'Académie des sciences de Belgique, j'attribue cette action renforçante aux lignes de force de l'aimant qui traversent et enveloppent les molécules de la boîte, mais depuis j'ai fait des recherches qui m'ont porté à douter de l'exactitude de cette propriété et m'ont fixé sur l'origine de cette action complémentaire : Nous savons que le barreau aimanté est le siège d'un mouvement constant de ses molécules matérielles provoqué par le mouvement des courants magnétiques, ce mouvement est, ce qui n'a pas besoin d'être démontré, inévitablement communiqué aux molécules de l'enveloppe de l'appareil et transmis au diaphragme, où, nous ne savons pas par quel jeu, tous ces mouvements sont associés avec le mécanisme principal de manière à concorder entre eux et à produire simultanément un même effet. Ces actions

sont peut-être aussi importantes que le mécanisme prinpal qui a été décrit; mais elles ne doivent pas moins en être considérées comme auxiliaires, celles-là ne se produisant pas sans celui-ci, pour s'en convaincre il suffit de pratiquer un trou au centre du diaphragme et on constatera que l'intensité diminue et que l'appareil finit par être muet en agrandissant ce trou.

Avec tout ce qui précède le mouvement moléculaire de cet appareil est expliqué. Dans la théorie du microphone je démontrerai à l'aide d'une expérience concluante que dans cet instrument tout se passe moléculairement aussi.

Il y a beaucoup de vrai dans cette idée si l'on entend par moléculaire un déplacement très petit.

Ce mode de mouvement est le seul qui permette d'obtenir la parole d'une manière convenable, car la complication d'ondes diverses tantôt successives, tantôt simultanées s'enchevêtrant à chaque instant pour produire l'articulation, la hauteur, le timbre, etc., de la parole, supposent une souplesse et une docilité que seules les molécules sont capables de fournir en se mettant en mouvement de couche en couche avec une vitesse et une amplitude changeant constamment, soit brusquement, soit par gradations et toujours avec la même délicatesse demandée par les diverses qualités qui constituent la parole. Il est matériellement impossible d'obtenir simultanément d'une lame deux mouvements élastiques différents pouvant produire simultanément deux effets acoustiques différents et on voudrait en obtenir ce labyrinthe d'effets demandés par la parole! L'impossibilité est tellement évidente que si de nos yeux nous voyons ces mouvemeuts élastiques nous ne devrions pas y croire, pas plus que nous ne croyons au mouvement que le soleil paraît effectuer autour de la terre.

Transmetteur Bell

En général les appareils produisant des réactions électro-magnétiques sont reversibles, pourquoi donc l'appareil Bell, qui en apparence réunit toutes les conditions nécessaires pour renverser ses réactions comme récepteur, ne s'y prête-t-il que d'une manière incomplète? nous allons le comprendre facilement.

Nous avons vu que le mouvement des courants de la lame de fer entraîne toujours un déplacement dans ses molécules matérielles, et comme nous savons que les molécules des corps solides jouissent d'une mobilité qui leur permet de confondre leurs mouvements avec ceux des ondes sonores qui les frappent, nous en tirerons la conclusion que celles-ci doivent, avec la même facilité, communiquer leur mouvement aux molécules matérielles et aux courants particulaires de la lame de fer du transmetteur. La conclusion paraît bien fondée, mais il ne faut pas perdre de vue que les courants particulaires de la lame de cet instrument ne sont pas en équilibre; ils sont orientés et fixés devant un aimant qui les soumet à une attraction constante, ce qui entrave leur liberté, ainsi que celle des molécules matérielles qui les accompagnent, et réduit leur mobilité quand elles sont frappées par les ondes sonores, aussi bien pour se rapprocher de l'aimant que pour s'en éloigner. On voit donc que cet instrument fonctionnant comme transmetteur est entaché d'un vice de naissance dont il sera difficile de le débarrasser. Quant au jeu de son fonctionnement, tout le monde le connaît, je me bornerai donc à faire remarquer pour terminer que les

courants instables que nous avons constatés dans le récepteur ne peuvent pas entrer en scène ici ; par conséquent on voit que la génération des courants d'induction dans le transmetteur est due à un mécanisme complètement différent de celui qui engendre les ondes sonores dans le récepteur.

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères, Rue Nationale, 68.

Rectifications à la théorie du récepteur Bell

La théorie qu'on vient de lire rend compte du mouvement moléculaire du récepteur Bell, et ce mouvement y est attribué provisoirement à celui des courants particulaires d'Ampère, base fondamentale de la science électro-magnétique actuelle et base réglementaire pour qu'un travail de cette nature soit admis dans les milieux scientifiques ; c'est pourqui il a suffi de voir dans mon mémoire cette base attaquée par des contradictions démontrées, pour déterminer trois académies à la repousser ; or ce sont ces mêmes contradictions qui m'ont servi de guide dans les recherches sur l'électro-magnétisme donnant pour résultat le renversement de tout ce système bizarre d'Ampère et avec lui celui de toutes les interprétations électro-magnétiques y compris naturellement la théorie du récepteur, qui m'a conduit à ce résultat ; il faut donc éliminer de celle-ci les courants particulaires et tâcher de l'expliquer d'après les propriétés mises en évidence dans ces recherches sur l'électro-magnétisme.

Galvanomètre

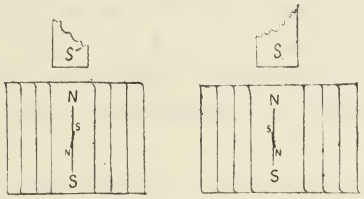
Nous avons vu dans la théorie du récepteur, qu'il est impossible de faire fonctionner cet appareil sans le concours d'une nouvelle propriété que nous avons trouvée dans le galvanomètre et, qu'appliquée à l'appareil Bell, elle rend compte de son fonctionnement; cette propriété y est expliquée au moyen des courants particulaires, acceptés à titre provisoire avec l'idée que quand on connaîtrait à fond le magnétisme, cette propriété expliquée au moyen des nouveaux principes, rendrait également compte des mêmes phénomènes. Maintenant nous allons voir que cette prévision était parfaitement bien fondée.

Avant tout rappelons un principe résultant de l'étude sur l'électro-magnétisme, qui nous sera utile ici. Le magnétisme d'un barreau est composé d'éléments de deux polarités opposées, accompagnée chacune de son champ d'influence; tous les éléments d'un même pôle ainsi que tous les points de son champ d'influence se repoussent entre eux, et tous les éléments des deux pôles opposés ainsi que leurs champs d'influence s'attirent. Ces propriétés ont été entrevues dans l'article « Etude sur la lame de fer » de la théorie du récepteur, mais comme je ne les connaissais pas encore à fond j'y exprime l'effet pour la cause.

Dans l'article « L'aimantation » du travail sur l'électro-magnétisme il a été démontré qu'une lame d'acier couverte de spires parallèles à son axe traversées par un courant s'aimante très bien, et que l'axe d'aimantation est perpendiculaire au plan de ces spires, mais que par

suite des propriétés attractives et répulsives que nous venons de citer, cette aimantation disparaît instantanément avec l'action. Ajoutons que cette aimantation transversale se produira encore, mais avec la différence que nous allons signaler, si la lame est déjà aimantée d'une manière permanente suivant son axe, sans que cette dernière aimantation en soit nullement altérée. Maintenant remarquons que d'après la disposition de l'aiguille par rapport aux spires de la bobine du galvanomètre Thomson, l'aimantation effectuée par celles-ci devrait avoir pour axe l'épaisseur de celle-là, mais comme chaque pôle de l'aimantation permanente attire celui de nom contraire de cette aimantation transversale chaque

Figure 3



fois qu'elle se produit, l'axe de celle-ci s'allonge en s'inclinant vers celui de l'aimantation permanente. Si l'on soumet l'instrument aux décharges alternativement de sens contraire de la bobine Ruhmkorff, la polarité de l'aimantation transversale changera bien de sens aussi, mais comme les pôles attirés de chaque aimantation sont constamment les mêmes à chaque décharge il en résultera que l'intensité de chaque pôle de l'aiguille sur l'extérieur sera constamment diminuée par le pôle de nom contraire de l'aimantation transversale proportionnellement à l'intensité des décharges ; en examinant la figure 3 on se rendra mieux compte de ces effets ; pour les rendre plus sensibles, l'aimantation transversale est représentée dépassant l'épaisseur de l'aiguille.

Maintenant voyons à quelles conséquences peuvent donner lieu ces effets quand l'instrument, réglé par un aimant extérieur, est animé par une suite de décharges de la bobine Ruhmkorff. Si nous supposons que le sens de la première décharge est dirigé de manière à faire divier à droite le pôle N permanent de l'aiguille, le pôle S de l'aimantation transversale tendra à le porter à gauche. Si le même pôle N doit être porté à gauche par la deuxième décharge, le pôle S transversal tendra à l'incliner à droite et dans les deux cas cette force opposée sera proportionnelle à l'intensité des décharges ; comme l'aiguille est réglée au moyen d'une faible force attractive exercée entre l'aimant extérieur et l'aimantation permanente de l'aiguille, il suffira que la moindre force répulsive de l'aimantation transversale vienne modifier l'effet de celle-là pour qu'elle commence à abandonner l'aimant extérieur et à céder à la force de torsion du fil, action qui nécessairement augmentera proportionnellement à l'intensité de l'aimantation provoquée par les décharges.

Si au lieu d'être d'acier aimanté les lames formant l'aiguille étaient en fer, l'aimantation permanente serait remplacée par celle que l'aimant extérieur provoquerait sur celle-là et le même phénomène se produirait ainsi que l'expérience le montre.

Dans l'article « Galvanomètre » que nous rectifions nous avons vu que si l'instrument est formé de deux bobines reliées de manière à s'annuler sous l'action d'un courant, la même déviation se produit sous l'action des décharges de la bobine Ruhmkorff. Pour comprendre la persistance du phénomène même dans ces conditions il suffit de remarquer que, quel que soit le sens des décharges, celles-ci produisent invariablement sur l'aiguille un effet, équivalant à une désaimantation proportionnelle à leur intensité, par conséquent que les décharges soient produites par une seule bobine ou par deux, que

celles-ci agissent de manière à s'ajouter ou à s'annuler, le résultat reviendra toujours à désaimanter les aiguilles proportionnellement à l'intensité des champs d'influence formés par les décharges, ce qui aura pour effet d'abandonner le système mobile à la force de torsion du fil de suspension auquel il obéissait avant le réglage. Ce phénomène fournit comme on voit un procédé pour mesurer l'intensité des courants alternatifs.

Maintenant rappelons-nous qu'en expliquant les effets qui précèdent au moyen des courants particulaires nous avons constaté que si l'interrupteur de la bobine Ruhmkorff n'est pas animé d'un mouvement très rapide, la déviation de l'aiguille ne se produit pas, ce qui démontre d'une manière évidente, d'accord avec les propriétés attractives et répulsives des éléments magnétiques citées plus haut, que quand l'aimantation transversale a pour axe l'épaisseur d'une lame mince elle disparaît aussitôt après avoir vu le jour, autrement si elle persistait pendant la durée des décharges il n'y aurait aucune raison pour que le phénomène de la déviation ne se produise pas quand on diminue la rapidité des vibrations de l'interrupteur. En résumé la déviation de l'aiguille du galvanomètre produite par les décharges de la bobine Ruhmkorff est due à deux phénomènes : à l'aimantation transversale déterminée dans les lames par chaque décharge, et à l'instabilité de cette aimantation qui meurt aussitôt née malgré la persistance de l'action qui la fait naître.

Fonctionnement du récepteur Bell

Maintenant voyons si, guidés par le résultat des recherches qui précèdent, nous pouvons nous expliquer le mécanisme qui met en mouvement le diaphragme de l'appareil Bell. Dans la théorie qu'on en a lue j'ai, pour expliquer le mouvement moléculaire de la lame par les courants moléculaires, été obligé de supposer que l'influence de l'aimant développait dans celle-là tous les courants de polarité opposée à celle de cette influence, que ceux de même polarité tombaient instantanément dans l'inaction et que c'étaient ces derniers qui étaient mis en jeu par les modifications introduites dans le pouvoir magnétique du barreau; mais ce mécanisme est nécessairement modifié par la seule substitution des éléments magnétiques aux courants particulaires; voyons comment. Dans l'article qui précède relatif au galvanomètre nous avons vu que, d'accord avec les propriétés attractives et répulsives des éléments magnétiques, l'aimantation, ne pouvant pas se maintenir quand elle a pour axe l'épaisseur d'une lame, ne faisait que naître et disparaître, malgré la persistance de l'action qui la provoque; mais comme d'un autre côté nous savons qu'une lame placée devant un aimant s'aimante réellement, comme le prouve une en acier soumise à cette action, nous pouvons affirmer que dans une lame placée devant un aimant la saturation est loin d'être l'épuisement de tout ce qu'elle peut donner, comme on l'entend ordinairement, au contraire la saturation permanente n'est formée que d'une faible proportion d'éléments magnétiques de signe contraire à celui du pôle agissant de l'aimant, ceux de même nom sont éloignés suivant les propriétés répulsives et attractives déjà citées et tous les autres éléments des deux signes qui restent dans la lame

sont soumis aux propriétés instables qui dans l'article précédent nous ont été révélées par le galvanomètre : cette réserve d'éléments magnétiques instables est également mise en évidence par l'appareil employé dans l'article « Expériences » dans les réactions que nous avons attribuées aux courants particulaires. Il suit de ce qui précède que l'intensité d'aimantation permanente développée sur un point quelconque de la surface d'une lame placée devant un aimant, est toujours la même, quelle que soit la puissance de celui ci et qu'une différence dans cette puissance ne modifie pas l'intensité permanente, mais l'étendue de cette surface influencée; ainsi une lame placée devant une simple aiguille à coudre aimantée sera saturée à son point d'application, et un barreau plus intense mis à la place de celle-là ne fera qu'augmenter la surface saturée.

Avec ces propriétés établies le fonctionnement de l'appareil se comprend facilement. Nous savons que la présence de l'aimant développe dans la lame tous les éléments magnétiques de signe contraire au sien capables de se maintenir à l'état permanent; maintenant considérons l'appareil au moment où le courant arrive dans l'hélice qui entoure l'aimant; la puissance de celui-ci sera augmentée ou diminuée suivant le sens de celui-là; si elle est augmentée, elle l'est par des éléments magnétiques de même polarité, comme nous l'avons vu dans l'article « Propriétés de l'aimant »; au même instant surgiront de la lame devant l'aimant une quantité proportionnelle d'éléments instables de signe contraire, ceux de même signe seront éloignés en même temps, et tous retomberont instantanément dans l'inaction. Si la puissance de l'aimant est affaiblie par le courant, elle l'est par l'effet d'éléments magnétiques de signe contraire qui se superposent à ceux du pôle permanent de l'aimant; par suite les éléments instables de la lame excités devant cet aimant, étant toujours de signe con-

traire à ceux qui les provoquent, auront naturellement le même signe que ceux du pôle permanent de l'aimant et, comme dans les deux cas les éléments excités retombent aussitôt dans l'inaction, il en résulte que l'aimantation permanente de la lame n'aura subi aucun changement dans son intensité. Si nous supposons qu'une modification survient dans le courant, elle sera accompagnée des mêmes phénomènes et si, au lieu d'être uniforme, l'intensité de cette modification est croissante ou décroissante, elle provoquera dans la lame une suite de réactions croissant ou décroissant avec la même intensité et, comme la réaction est constituée ici par des éléments magnétiques qui retombent instantanément pour se relever tout de suite, il en résultera que cette suite de réactions sera coupée par des interruptions d'une petitesse extrême équivalentes à ces chutes. Nous avons déjà vu — exprimé provisoirement par des courants particulaires — que tout mouvement magnétique dans un corps en entraîne un équivalent dans ses molécules matérielles ; par conséquent cette suite de réactions magnétiques interrompue en provoquera une identique dans les molécules matérielles de la lame et produira les ondes sonores que nous cherchions à nous expliquer.

Voilà tout le mécanisme du récepteur Bell ; son explication est simple et, comme toutes celles que le nouveau système électro-magnétique donne de toutes les applications de cette science, elle dispense de tous ces efforts d'imagination qu'il fallait faire pour la saisir par les courants particulaires, conditions qui en rendent la vérification facile et qui, je l'espère, sera reconnue exacte par tout physicien qui ne s'obstinera pas à voir des mouvements élastiques dans l'appareil.

Pour compléter l'exactitude des autres interprétations de la théorie rectifiée il me reste à recommander de lire, éléments magnétiques chaque fois qu'on les trouvera exprimées par courants particulaires.

3 0112 072877746